

Helsinki 4.10.2000

REC'D 23 OCT 2000

WIPO

PCT

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

FI00/00675

4

Hakija
Applicant

Nokia Telecommunications Oy
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

19991696

Tekemispäivä
Filing date

10.08.1999

09/807131

Kansainvälinen luokka
International class

H04B

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä modulaationilmaisimen valintaan vastaanottimessa ja vastaanotin"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 12.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen Nokia Networks Oy.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 12.12.1999 with the name changed into Nokia Networks Oy.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua. Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja vastaanottimella, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa 1 ja 6. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että hyödynnetään vastaanottimen symbolisynkronoinnista saatavaa ristikorrelaatiotulosta arvioitaessa radiokanavaolosuhteiden vaatimaa ilmaisintyyppiä.

Keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän etuna on se, että ilmaisuun tarvittava laskentamäärä saadaan minimoitua vastaanottimessa, koska useita ilmaisimia ei tarvitse pitää toiminnassa samanaikaisesti. Tämä on edullista erityisesti terminaalilaitteissa, joissa laskentakapasiteetti on rajoitettu. Lisäksi keksinnön avulla voidaan valita kulloisiinkin radiokanavaolosuhteisiin optimaalinen ilmaisintyyppi.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuvio 1 esittää lohkokaaavion eräästä keksinnön mukaisesta vastaanotinrakenteesta ja

Kuvio 2 esittää yksinkertaistetun kaaviokuvan TETRA-järjestelmän kehysrakenteesta.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksintöä selitetään seuraavassa TETRA-järjestelmän yhteydessä, mutta keksintöä ei ole tarkoitus rajoittaa mihinkään tiettyyn järjestelmään tai modulaatiomenetelmään.

Tetra-järjestelmässä siirtotien hallintakerrokselta MAC (Medium Access Layer) saadut informaatiobitit koodataan lohkokoodauksella ja konvoluutiokoodauksella, jotta radiotiellä signaaliin aiheutuvat virheet voitaisiin havaita ja mahdollisesti korjata vastaanotossa. Koodatut bitit lomitetaan siten, että peräkkäiset bitit ovat kaukana toisistaan. Tämä helpottaa virheenkorjausta, jos lähetettävään signaaliin kohdistuu radiotiellä hetkellinen häiriö. Lomitetut bitit sekoitetaan käyttämällä tiettyä värikoodia, jonka avulla eri tukiasemien lähetykset voidaan tunnistaa. Multipleksoinnissa yhdistetään eri loogisten kanavien

bittejä. Multiplexoiduista biteistä muodostetaan tämän jälkeen purske. Purske on rakenne, joka lähetetään yhdessä TDMA (Time Division Multiple Access) aikavälissä tai aliaikavälissä. Purske koostuu databittikentistä 20 ja 22 sekä niiden välissä purskeen keskellä olevasta opetusjaksosta 21, kuten kuviossa 2 on havainnollistettu. Opetusjakso 21 on jokin ennalta määritetty bittisekvenssi, joka on talletettu vastaanottimen muistiin siten, että vastaanotetun signaalin käsittämää opetusjaksoa voidaan verrata tallennettuun opetusjaksoon. Opetusjaksoa 21 voidaan käyttää esimerkiksi vastaanoton synkronointiin sekä vastaanotetun signaalin tunnistamiseen. Differentiaalikoodaus muodostaa purskeen bittipareista moduloivia symboleita. Symbolien ohjauksella moduloitu kantoaalto vahvistetaan lähettimessä ja lähetetään radiotielle.

Modulointi on edellä kuvattu $\pi/4$ -DQPSK ($\pi/4$ -shifted, Differential Quaternary Phase Shift Keying) -modulointi. Tässä modulaatiomenetelmässä on kahdeksan vaihetilaa, mutta vain neljä vaihesiirtymää. Sallitut vaihesiirtymät (symbolit) ovat $\pm\pi/4$ ja $\pm3\pi/4$. Käytännössä siis $\pi/4$ -DQPSK-konstellaatio vaihtelee symbolin välein kahden 4-pisteisen konstellaation välillä.

Kuviossa 1 on esitetty lohkokaavio eräästä keksinnön mukaisesta vastaanotinrakenteesta esimerkiksi TETRA-järjestelmää varten. Vastaanottimesta on kuvattu vain keksinnön ymmärtämisen kannalta oleelliset osat. Vastaanotossa saadaan signaali antennilta (ei esitetty) ja radiotaajuiset osat (ei esitetty) käsittelevät ensin signaalia. Tämän jälkeen otetaan A/D-muuntimilla (ei esitetty) näytteitä välitaajuisesta signaalista. Näytteet syötetään synkronointilohkolle 100, kuten kuviossa 1 on havainnollistettu signaalilla IN. Synkronointilohko 100 etsii kehysrakenteeseen kuuluvaa opetusjaksoa 21 saaduista näytteistä. Sen avulla synkronointilohko pystyy määrittämään tarkasti ideaalisen näytteenottohetken eli kaikkien symbolien paikat näytevirras-
sa. Tätä kutsutaan myös symbolisynkronoinniksi. Tämä tapahtuu siten, että lasketaan kompleksista ristikorrelaatiota vastaanotetun signaalin purskeen opetusjakson 21 ja tallennetun opetusjakson välillä erilaisilla näytteenottohetkillä. Ristikorrelaatiolla tarkoitetaan yleisesti kahden signaalin tulon integraalia, joka kuvaa sitä, kuinka hyvin signaalit vastaavat toisiaan. Tällöin se vastaanotetun signaalin näytteenottohetki, joka tuottaa ristikorrelaatiolle maksimiarvon, on ideaalinen näytteenottohetki ja synkronointi suoritetaan sen mukaisesti kuten on tunnettua. Tässä TETRA-järjestelmän yhteydessä selostetussa esimerkkitapauksessa laskettava ristikorrelaatio on kompleksinen, koska signaali IN on kompleksinen signaali. Synkronointilohko 100 ohjaa myös vastaanotti-

men radiotaajuisia osia siten, että A/D-muuntimelle tuleva signaali pysyisi optimaalisella tasolla.

Keksinnön perusajatuksen mukaisesti käytetään synkronoinnista 100 saatavaa korrelaatiotietoa hyväksi arvioitaessa radiokanavaolosuhteiden vaatimaa ilmaisintyyppiä 103A tai 103B. Synkronoinnista 100 saadun ristikorrelaatiotuloksen maksimi vastaa siis ideaalista synkronointikohtaa, kuten edellä esitettiin. Ideaalitilanteessa, kun radiotiellä ei esiinny häiriöitä, tästä ideaalisesta synkronointikohdasta symbolijakson päässä edessä ja takana ovat ristikorrelaation nollakohdat. Toisin sanoen, kun näytteenottokohtaa siirretään symbolijakson verran eteen- tai taaksepäin ideaalisesta näytteenottokohdasta ja lasketaan näin saadun opetusjakson ristikorrelaatio tallennetun opetusjakson kanssa on tulos ideaalitilanteessa nolla. Mikäli radiokanavassa kuitenkin esiintyy monitie-etenemistä alkaa näissä ristikorrelaation nollakohdissa esiintyä nollasta poikkeavia arvoja eli tehoa. Tässä selityksessä viitataan termillä ristikorrelaation nollakohta siis edellä kuvattuun symbolijakson päässä ristikorrelaation maksimista määritettyyn ristikorrelaatioon, joka ideaalitilanteessa, kun radiotiellä ei ole häiriöitä antaa tulokseksi nolla, mutta joka ei häiriöiden esiintyessä välttämättä ole nolla.

Radiotielle on tyypillistä, että lähetetty signaali saapuu vastaanottiin useita etenemisteitä pitkin, joilla jokaisella on sille ominainen aikaviive, minkä lisäksi kanavan ominaisuudet muuttuvat ajan funktiona. Esimerkiksi radiotiellä heijastuneet ja viivästyneet säteet aiheuttavat symbolien välistä ylikuulumista (ISI=Intersymbol Interference). Kanavan taajuusvastetta tai impulssivastetta voidaan estimoida diskreetti aikaisella suodattimella, kanavaestimaattorilla, jonka tappikertoimet mallintavat radiokanavaa. Kanavaestimaattorilla pyritään kuvaamaan radiokanavan tilaa. Tässä selityksessä kanavaestimaattorilla käsitetään yleisesti mekanismeja, joka estimoi ja ylläpitää kuvausta radiokanavan kompleksisesta impulssivasteesta. Tähän mekanismiin liittyy olennaisesti menetelmä, jolla kanavaestimaattia päivitetään. TETRA-järjestelmässä kanavaestimaattien päivittämiseen voidaan käyttää esimerkiksi LMS (Least Mean Square) -algoritmia. Jotta LMS-algoritmin konvergoituminen ennen varsinaisten informaatiobittien alkua varmistettaisiin, on ilmaisimen 103A tai 103B saatava mahdollisimman hyvä alkuestimaatti kanavan tilasta. Tämä estimaatti saadaan synkronoinnilta 100, joka etsiessään optimaalista näytteenottohetkeä laskee kompleksista ristikorrelaatiota vastaanotetun signaalin opetusjakson 21 ja opetusjakson tallennetun version välillä. Ristikorre-

laatiotuloksesta saadaan kanavaestimaatille alkuarvo, joka kuvaa kanavan keskimääräistä tilaa opetusjakson aikana. Kanavakorjaus ja symbolien ilmaiseminen aloitetaan vasta, kun opetusjakso on vastaanotettu. Tämä siksi, että symbolisynkronointi kykenee säätämään symboliajastuksen mahdollisimman tarkaksi ja muodostamaan kanavan alkuestimaatin. Sekä eteenpäin- että taaksepäin suoritettava kanavakorjaus tapahtuu edullisesti siten, että estimaattien alustusten jälkeen lähdetään liikkeelle siten, että opetetaan ilmaisinta 103A tai 103B opetusjakson 21 yli kohti purskeen loppua tai vastaavasti alkua. Jos monitie-etenemistä esiintyy merkittävästi, on siis edullisempaa käyttää kanavakorjaimella varustettua ilmaisinta ja toisaalta, jos monitie-etenemistä ei esiinny voidaan ilmaisimena käyttää esimerkiksi tavanomaista differentiaali-ilmaisinta.

Synkronointilohko 100 antaa vastaanotetun signaalin kehyksen valitsinyksikölle 102, joka korrelaatiotiedon perusteella valitsee käytettävän ilmaisimen 103A tai 103B ja syöttää kehyksen edelleen valitulle ilmaisinelohkolle 103A tai 103B lähdön A tai B kautta. Ilmaisinta 103A tai 103B ilmaisee informaatiobitit ja siihen mahdollisesti liittyvä kanavakorjain korjaa radiotiekanavan aiheuttamia epäideaalisuuksia tunnetulla tavalla kuten edellä on selostettu. Lopuksi muodostetaan kehystyksessä 104 kehyksestä looginen kanava, joka lähetetään edelleen jatkokäsittelyyn OUT.

Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti määritetään synkronoinnissa 100 vastaanotetun signaalin opetusjakson 21 ja tallennetun opetusjakson kompleksinen ristikorrelaatio toisessa tai molemmissa ristikorrelaation nollakohdista, kuten aiemmin on määritetty. Jos ristikorrelaatio lasketaan molemmissa nollakohdissa, voidaan saaduista kahdesta arvosta määrittää esimerkiksi keskiarvo tai ne voidaan summata, jolloin saadaan yksi ristikorrelaatioarvo. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää jatkotarkastelussa myös kahta erillistä ristikorrelaatioarvoa. Saadun kompleksisen ristikorrelaation itseisarvon (tai itseisarvojen) avulla valitaan valitsimella 102 symbolien ilmaisuun käytettävä ilmaisinta 103A tai 103B. Toinen korjaimista esimerkiksi 103A käsittää edullisesti kanavakorjaimen, jolloin jos määritetyn kompleksisen ristikorrelaation itseisarvo ylittää tietyn ennalta asetetun raja-arvon, käytetään kanavakorjaimella varustettua ilmaisinta 103A ja jos määritetyn kompleksisen ristikorrelaation itseisarvo alittaa tietyn ennalta asetetun raja-arvon käytetään toista ilmaisinta 103B, joka on esimerkiksi differentiaali-ilmaisinta. Ilmaisintyyppejä voi olla myös useampia kuin kaksi ja ne voivat poiketa edellä esitetyistä ilman, että

tällä on merkitystä keksinnön perusajatuksen kannalta. Edullisesti vain se ilmaisin 103A tai 103B, jota käytetään ilmaisuun, on toiminnassa, jolloin minimoidaan ilmaisuun tarvittava laskentateho.

Edelleen keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti ilmaisimen 103A tai 103B valinta suoritetaan keskiarvoistamalla usean vastaanotetun aikavälin ristikorrelaatioarvot. Tämä voi tapahtua esimerkiksi keskiarvoistajan 101 avulla, joka saa korrelaatiotiedot synkronoinnilta 100, kuten kuviossa 1 on esitetty. Tällöin valitsimelle 102 syötetään laskettu keskiarvotieto, jonka perusteella ilmaisimen valinta suoritetaan. Keskiarvo lasketaan esimerkiksi jokaisen vastaanotetun purskeen jälkeen tietylle määrälle edeltäneitä purskeita. Ilmaisimen valinta 102 suoritetaan esimerkiksi vertaamalla keskiarvoa johonkin ennalta määrättyyn raja-arvoon samoin kuin jo edellä on kuvattu.

Edellä on keksinnön ymmärtämisen helpottamiseksi kuvattu eräs esimerkki vastaanottimen yleisestä rakenteesta. Vastaanottimen rakenne voi kuitenkin vaihdella ilman, että poiketaan esillä olevasta keksinnöstä. Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritusmuodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä modulaationilmaisimen valintaan vastaanottimessa, joka käsittää ainakin ensimmäisen ja toisen ilmaisimen, jolloin menetelmä käsittää vaiheet, joissa

5 määritetään ainakin yksi ristikorrelaatioarvo vastaanotetun signaalin käsittämän ainakin yhden opetusjakson ja tallennetun opetusjakson välillä, t u n n e t t u siitä, että

valitaan vastaanotettavan signaalin ilmaisussa kulloinkin käytettävä ilmaisin määritetyn ainakin yhden ristikorrelaatioarvon perusteella.

10 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaihe ainakin yhden ristikorrelaatioarvon määrittämiseksi käsittää vaiheet, joissa

etsitään vastaanotetun signaalin ideaalinen synkronointikohta, jossa ristikorrelaatio vastaanotetun signaalin käsittämän opetusjakson ja tallennetun opetusjakson välillä saa maksimiarvon sekä

15 lasketaan ristikorrelaatioarvo tallennetun opetusjakson ja vastaanotetun signaalin käsittämän opetusjakson välillä, joka saadaan, kun vastaanotetun signaalin synkronointikohtaa on siirretty symbolijakson verran eteenpäin ideaalisesta synkronointikohdasta, ja/tai

20 lasketaan ristikorrelaatioarvo tallennetun opetusjakson ja vastaanotetun signaalin käsittämän opetusjakson välillä, joka saadaan, kun vastaanotetun signaalin synkronointikohtaa on siirretty symbolijakson verran taaksepäin ideaalisesta synkronointikohdasta.

25 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vastaanotettu signaali on kompleksinen signaali, jolloin määritettävä ainakin yksi ristikorrelaatioarvo on kompleksinen ristikorrelaatioarvo.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

30 suoritetaan vaihe ainakin yhden ristikorrelaatioarvon määrittämiseksi ennalta määrätylle määrälle vastaanotetun signaalin opetusjaksoja, lasketaan määritettyjen ristikorrelaatioarvojen keskiarvon itseisarvo ja

35 valitaan vastaanotettavan signaalin ilmaisuun ensimmäinen ilmaisin, jos ristikorrelaatioarvojen keskiarvon itseisarvo ylittää ennalta asetetun raja-arvon, ja toinen ilmaisin, jos ristikorrelaatioarvojen keskiarvon itseisarvo alittaa ennalta asetetun raja-arvon.

5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ilmaisain sisältää kanavakorjaimen.

6. Vastaanotin, joka käsittää
ensimmäisen (103A) ja toisen (103B) modulaationilmaisimen,
5 välineet (100) ainakin yhden ristikorrelaatioarvon määrittämiseksi vastaanotetun signaalin (IN) käsittämän ainakin yhden opetusjakson (21) ja tallennetun opetusjakson välillä, t u n n e t t u siitä, että vastaanotin käsittää lisäksi

10 välineet (102) vastaanotettavan signaalin ilmaisussa kulloinkin käytettävän ilmaisimen (103A, 103B) valitsemiseksi vasteellisesti määritetylle ainakin yhdelle ristikorrelaatioarvolle.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että välineet (100) ainakin yhden ristikorrelaatioarvon määrittämiseksi on sovitettu

15 etsimään vastaanotetun signaalin (IN) ideaalinen synkronointikohta, jossa ristikorrelaatio vastaanotetun signaalin käsittämän opetusjakson (21) ja tallennetun opetusjakson välillä saa maksimiarvon sekä

20 laskemaan ristikorrelaatioarvo tallennetun opetusjakson ja vastaanotetun signaalin käsittämän opetusjakson välillä, joka saadaan, kun vastaanotetun signaalin synkronointikohtaa on siirretty symbolijakson verran eteenpäin ideaalisesta synkronointikohdasta, ja/tai

25 laskemaan ristikorrelaatioarvo tallennetun opetusjakson ja vastaanotetun signaalin käsittämän opetusjakson välillä, joka saadaan, kun vastaanotetun signaalin synkronointikohtaa on siirretty symbolijakson verran taaksepäin ideaalisesta synkronointikohdasta.

8. Patenttivaatimuksen 6 tai 7 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että vastaanotettu signaali (IN) on kompleksinen signaali, jolloin määritettävä ainakin yksi ristikorrelaatioarvo on kompleksinen ristikorrelaatioarvo.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, 30 että vastaanotin lisäksi käsittää välineet (101), jotka on sovitettu

keräämään ennalta määrätyn määrän vastaanotetun signaalin opetusjaksoista määritettyjä ristikorrelaatioarvoja ja

laskemaan määritettyjen ristikorrelaatioarvojen keskiarvon itseisarvo, jolloin välineet (102) ilmaisimen valitsemiseksi on sovitettu

35 valitsemaan vastaanotettavan signaalin ilmaisuun ensimmäinen ilmaisain (103A), jos ristikorrelaatioarvojen keskiarvon itseisarvo ylittää ennalta

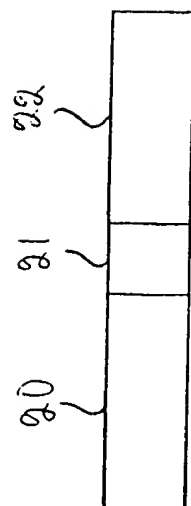
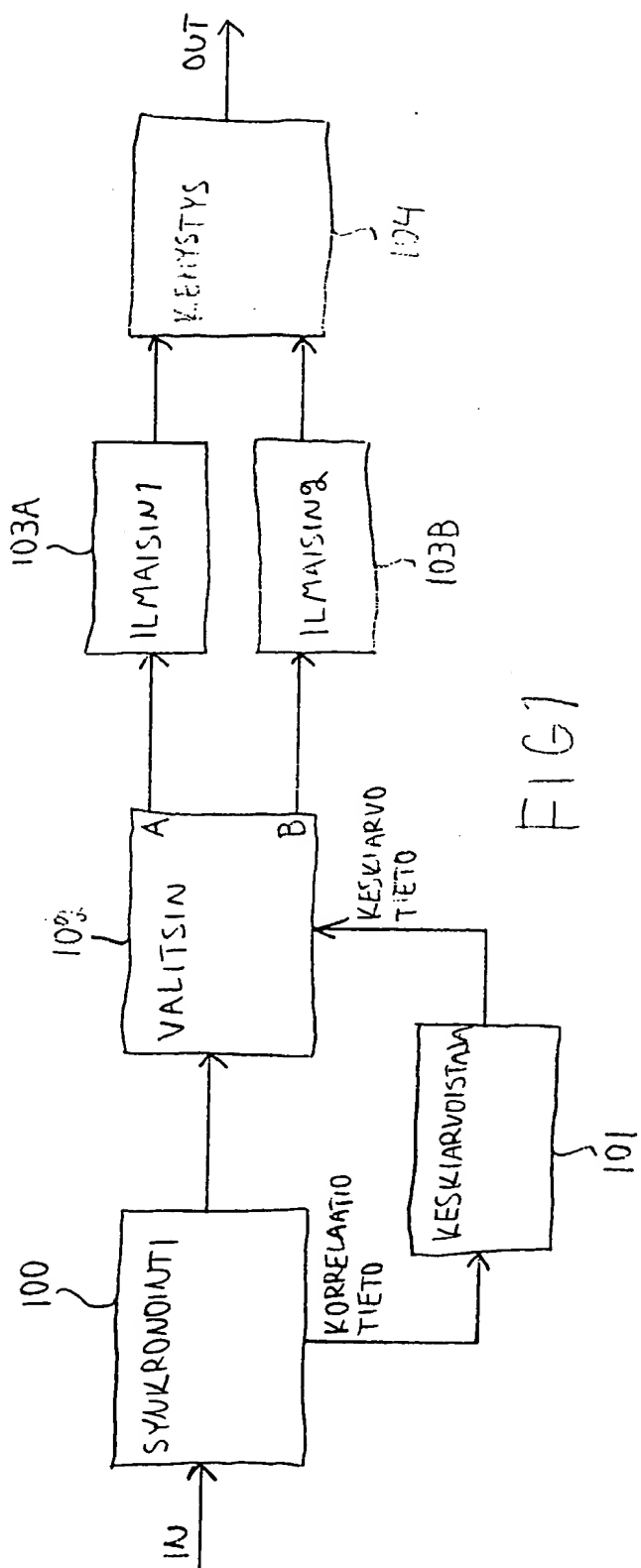
asetetun raja-arvon, ja toinen ilmaisin (103B), jos ristikorrrelaatioarvojen keskiarvon itseisarvo alittaa ennalta asetetun raja-arvon.

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen vastaanotin, t u n n e t t u siitä, että ensimmäinen ilmaisin (103A) sisältää kanavakorjaimen.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä modulaationilmaisimen valintaan vastaanottimessa ja vastaanotin, joka käsittää ensimmäisen (103A) ja toisen (103B) modulaationilmaisimen, välineet (100) ainakin yhden ristikorrelaatioarvon määrittämiseksi vastaanotetun signaalin (IN) käsittämän ainakin yhden opetusjakson (21) ja tallennetun opetusjakson välillä sekä välineet (102) vastaanotettavan signaalin ilmaisussa kulloinkin käytettävän ilmaisimen (103A, 103B) valitsemiseksi vasteellisesti määritetylle ainakin yhdelle ristikorrelaatioarvolle.

(Kuvio 1)



THIS PAGE BLANK (USPTO)